

Univerzita Karlova
Pedagogická fakulta
Katedra informačních technologií a technické výchovy

Bakalářská práce

Pracovní prostředí a modely jejich distribuce
Workspaces and models of their distribution

Jan Vais

Vedoucí práce: PhDr. Miloš Prokýšek, Ph.D.
Studijní program: Specializace v pedagogice (B7507)
Studijní obor: Informační technologie se zaměřením na vzdělávání

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Pracovní prostředí a modely jejich distribuce vypracoval pod vedením vedoucího práce samostatně a za použití v práci uvedených pramenů a literatury. Dále prohlašuji, že tato práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Praha 13. července 2017

.....

Podpis

Poděkování

Na výsledné podobě této práce má podíl mnoho lidí, rád bych touto cestou poděkoval alespoň některým z nich.

V první řadě bych chtěl poděkovat PhDr. Miloši Prokýškovi, Ph.D., vedoucímu práce za čas, který mi věnoval, stejně tak za jeho odborné vedení, připomínky a cenné rady, které mi pomohly při psaní bakalářské práce.

PhDr. Martinu Chválovi, Ph.D. děkuji za vysvětlení záludností při práci se softwarem SPSS Statistics.

Děkuji také zaměstnancům zkoumané pražské střední školy, za poskytnuté informace a přístup k učebnám školy.

Poděkování patří také Ing. Janu Žďárkovi, Ph.D. a jeho kolegovi Ing. Lukáši Bařinkovi, za čas věnovaný při podrobném popisování fungování „bourací“ učebny na FIT ČVUT.

Zvláštní poděkování patří také mé rodině, za jejich podporu nejen při psaní této práce, ale také pro celou dobu studia.

V neposlední řadě děkuji celé katedře ITTV za vytvořené inspirativní prostředí, které přispělo k vytvoření této práce.

Věřím, že na závěr si poděkování zaslouží i počítačová technika, která mi díky své neúprosné a vytrvalé práci bez nejmenšího selhání umožnila napsání této bakalářské práce.

ANOTACE

Bakalářská práce pojednává o problematice distribuce pracovních prostředí, tedy operačních systémů, softwaru a specifických nastavení. Popisuje vybrané metody (lokální virtualizace, vzdálená instalace softwaru, klonování disků, cloud computing a terminálové služby), zkoumá jejich možnosti distribuce a posuzuje je pomocí vlastní hodnotící metodiky s ohledem na čtyři velikosti modelových institucí. V závěrečné části představuje výsledky a zjištění případové studie.

KLÍČOVÁ SLOVA

Pracovní prostředí, Active Directory, Virtualizace, Cloud Computing, Clonezilla, Distribuce, Terminálové služby

ANNOTATION

The bachelor thesis deals with distribution methods of operating environments, i.e. operating systems, software and specific configurations. In the thesis, chosen methods (local virtualization, remote software installation, hard drive cloning, cloud computing and remote terminal services) are described. Different distribution methods are evaluated using our own criteria. Four model institutions of different size are considered. Results of the case study are reported in the final part.

KEYWORDS

Workspaces, Active Directory, Virtualization, Cloud Computing, Clonezilla, Distribution, Terminal Services

Obsah

1	Úvod	8
1.1	Cíle práce	10
1.2	Úkoly práce	10
1.3	Metody práce	11
1.4	Struktura práce	11
2	Role zaměstnanců školy v oblasti péče o infrastrukturu ICT	12
2.1	Charakteristika náplně práce učitele ICT	12
2.2	Charakteristika náplně práce koordinátora ICT	13
2.3	Charakteristika náplně práce správce infrastruktury ICT	13
3	Popis zvolených modelů distribuce pracovních prostředí	15
3.1	Lokální virtualizace	15
3.2	Vzdálená instalace softwaru	16
3.3	Klonování disků	18
3.4	Cloud computing	19
3.5	Terminálové služby	23
4	Zhodnocení jednotlivých modelů distribuce pracovních prostředí na modelových institucích	24
4.1	Stanovení modelových institucí	24
4.2	Hodnotící metodika	26
4.2.1	Typ distribuovaného pracovního prostředí a druh přístupu	26
4.2.2	Náročnost na lidské zdroje	27

4.2.3	Flexibilita modelů distribuce	27
4.2.4	Ekonomické hledisko	27
4.3	Hodnocení jednotlivých modelů distribuce podle stanovené metodiky .	28
4.3.1	Typ distribuovaného pracovního prostředí a druh přístupu . . .	28
4.3.2	Náročnost na lidské zdroje	29
4.3.3	Flexibilita modelů distribuce	30
4.3.4	Ekonomické hledisko	34
4.4	Ověření metod distribuce na modelových institucích	40
4.4.1	Modelová instituce A	41
4.4.2	Modelová instituce B	41
4.4.3	Modelová instituce C	42
4.4.4	Modelová instituce D	42
5	Realizace a vyhodnocení případové studie	43
5.1	Popis školy	44
5.1.1	Vybavení školy	45
5.1.2	Současný model distribuce	46
5.1.3	Typ distribuovaného prostředí a flexibilita distribuce	46
5.1.4	Náročnost na lidské zdroje	47
5.1.5	Ekonomické hledisko	47
5.1.6	Prognóza dalšího rozvoje v oblasti distribuce pracovních prostředí	47
5.2	Zjištění studie	48
5.3	Ověření jednoho modelu distribuce na případové studii	49
6	Závěry	51

Seznam použitých informačních zdrojů	53
Seznam tabulek	i
A Přílohy	iii
A.1 Historie iterací shlukové analýzy pro $k = 4$	iii
A.2 Příklady řešení distribuce pracovních prostředí na vysokých školách . .	iv
A.2.1 Využití metod distribuce na KITTV Pedagogické fakulty UK . .	iv
A.2.2 Využití metod distribuce na Fakultě informačních technologií ČVUT	iv

1 Úvod

Tato práce se zabývá problematikou modelů distribuce pracovních prostředí. Za pracovní prostředí se považují celé operační systémy, software včetně programů, aplikací a specifických nastavení. Je zde řešena dislokace těchto pracovních prostředí na různé velké skupiny uživatelských stanic. Tento záměr je konkretizován na modelové střední školy.

Podle výzkumu implementace rozvoje informačně technologických kompetencí do výukových aktivit žáků a učitelů, využívají žáci ICT¹ během výuky v různých předmětech, dokonce i mimo výuku. Dále učitelé využívají ICT pro podporu výuky v rámci různých předmětů, také pro přípravu výuky a tvorbu studijních materiálů. Tento pozitivní trend přináší i další možnosti, tedy distribuci výukových materiálů mezi žáky či jejich snadnou aktualizaci. Další výhodou je vyšší vizuální úroveň. Všechny tyto přínosy jsou důvodem ke stále rostoucímu využívání ICT i při výuce v ostatních vyučovaných předmětech. (Černochová et al., 2013)

Podle dat získaných Českým statistickým úřadem (dále jen ČSÚ) bylo v roce 2016 žákům všech typů škol zpřístupněno zhruba 256 tisíc počítačů. Průměrně na středních školách používá 100 žáků 24 počítače. Většinou se jedná o stolní počítače připojené k internetu, nejčastěji se stářím 3-9 let. Notebooky a tablety jsou zastoupeny pouze v minimálním množství do 4 %. (ČSÚ, 2016)

Z mezinárodního srovnání vyplývá, že školní počítač připojený k internetu využívají středoškolští studenti z České republiky téměř v maximální možné míře (92 %) na rozdíl od studentů např. z Řecka nebo Chorvatska, kde se školní počítač s internetem využívá na středních školách pouze ze 43 %. Středoškolští studenti jsou v ČR ve využití školních počítačů vysoce nad průměrem EU27 (72 %). (ČSÚ, 2013)

Mezi prioritní cíle Strategie digitálního vzdělávání do roku 2020 (přijata vládou 12. lis-

¹Informační a komunikační technologie (z anglického Information and Communication Technologies)

topadu 2014 jako usnesení vlády ČR č. 927/2014) patří zajištění nových metod a způsobů výuky prostřednictvím ICT, zlepšení kompetence studentů v oblasti práce s informacemi a digitálními technologiemi a rozvoj informatického myšlení studentů. Z výše uvedeného vyplývá, že jsou kladeny stále vyšší nároky na učitele a koordinátora ICT i správce infrastruktury ICT.

Současná škola by měla zajistit takové informační technologie, které by umožňovaly učitelům v každém předmětu efektivně je využít. Délka přípravy vyučovací hodiny by neměla učitele od nových způsobů výuky prostřednictvím ICT odrazovat.

Předmětem zájmu této práce je problematika efektivní distribuce pracovních prostředí na více uživatelských stanic. Problémovým se stává okamžik, kdy je třeba zajistit tuto distribuci v krátkém časovém období. Právě ve školství mohou existovat specifika, která komerční sféra zpravidla neřeší. Jedná se například o jednorázové využití softwaru nebo rychlou změnu požadavků na vybavení pracovních prostřední konkrétních uživatelských stanic.

Celou problematiku je možné rozdělit do tří zájmových sfér. První sférou zájmu je personální obsazení nutné k obsluze učeben ICT, zvláště v případě zajištění distribuce pracovních prostředí. Druhou sférou zájmu je nalezení několika stávajících modelů distribuce, které je možné v současné době použít. Třetí sférou zájmu je hodnocení těchto modelů distribuce z hlediska jejich použití na různých středních školách. V návaznosti na definované problémy lze stanovit tyto výzkumné oblasti:

- Určení rolí pedagogických i nepedagogických pracovníků střední školy pečujících na různých úrovních o infrastrukturu ICT. Základní otázka: *Kdo z učitelů ICT/-koordinátorů ICT/správce infrastruktury ICT má v náplni práce péči o distribuci pracovních prostředí na koncové uživatelské stanice?*
- Modely distribuce pracovních prostředí.
Základní otázky: *Jaké jsou základní modely distribuce pracovních prostředí na uživatelské stanice? Které z těchto modelů distribuce jsou realizovatelné na středních školách?*

- Posouzení jednotlivých modelů distribuce pracovních prostředí podle stanovené hodnotící metodiky pro střední školy. Základní otázky: *Jaké jsou typické střední školy posuzováno podle počtu žáků? Jaké modely jsou pro tyto typy středních škol vhodné?*

1.1 Cíle práce

Hlavním cílem práce je nalezení a posouzení modelů distribuce pracovních prostředí na středních školách. Tento hlavní cíl je dále rozpracován cíli dílčími.

- Identifikovat role učitelů ICT/koordinátorů ICT/správce infrastruktury ICT v oblasti distribuce pracovních prostředí.
- Předložit popis jednotlivých modelů distribuce pracovních prostředí.
- Zhodnotit jednotlivé modely distribuce pracovních prostředí na modelových institucích.
- Ověřit jednu z vybraných metod distribuce pracovních prostředí na případové studii.

1.2 Úkoly práce

Realizace cílů práce předpokládá splnění dílčích úkolů:

- Zjistit náplň práce zaměstnanců školy starajících se o ICT technologie.
- Zpracovat literaturu týkající se jednotlivých modelů distribuce pracovních prostředí.
- Stanovit základní modelové instituce.

- Specifikovat jednotlivé hodnotící parametry pro posouzení modelů distribuce pracovních prostředí na koncové uživatelské stanice.
- Posoudit vybrané modely distribuce pro každou ze stanovených modelových institucí.
- Realizovat a vyhodnotit případovou studii.

1.3 Metody práce

Pro splnění jednotlivých cílů jsou zvoleny různé metody práce. U prvního dílčího cíle bude využita metoda jednorázové faktografické rešerše. Dále budou aplikovány metody analýzy a syntézy primárních a sekundárních pramenů a informačních zdrojů. Při stanovení základních modelových institucí bude použita metoda shlukové analýzy. Dále bude využito srovnání podle jednotlivých druhů stanovených kritérií a proběhne posouzení výhodnosti využití jednotlivých modelů distribuce pro modelové instituce. V závěru bude realizována případová studie. Zde bude určen jediný objekt - střední škola, ve kterém bude zachycena složitost případu a navrženo základní řešení problému.

1.4 Struktura práce

Struktura práce je koncipována tak, že v první části práce budou stanoveny role jednotlivých zaměstnanců školy v oblasti péče o učebny ICT. V další části bude provedena rešerše stávajících modelů distribuce, které je možné v současné době použít. Dále budou definovány modelové instituce prostřednictvím shlukové analýzy. Pro posouzení jednotlivých modelů distribuce pracovních prostředí bude v další části navržena vlastní hodnotící metodika. V závěrečné části bude realizována a vyhodnocena případová studie. V závěru budou formulovány doporučení pro praktické použití.

2 Role zaměstnanců školy v oblasti péče o infrastrukturu ICT

Při řešení problémů distribuce pracovních prostředí mají významné místo role všech, kteří udržují a rozvíjejí celou infrastrukturu ICT na střední škole. Touto základní problematikou se ostatní vyučující zabývat nebudou. Učitelé ostatních předmětů budou pouze koncovými uživateli zvolené metody, na ně bude mít také velký dopad zvolená metoda distribuce. Pokud chceme tyto vyučující podpořit v tom, aby více využívali výpočetní techniku, musí jim být vytvořeny takové podmínky, aby jejich příprava před začátkem vyučovací hodiny trvala jen přiměřenou dobu. Záleží tedy na rolích učitele ICT/koordinátora ICT/správce infrastruktury ICT, zda rozhodnutím o správně zvolené metodě distribuce pracovních prostředí své kolegy a sami sebe povzbudí při efektivnějším využívání výpočetní techniky ve škole.

Charakteristiky pracovní náplně mají význam při posouzení jednotlivých metod z hlediska určení toho, kdo je schopen zvolenou metodu úspěšně implementovat a dále, kdo je schopen zvolenou metodu spravovat.

2.1 Charakteristika náplně práce učitele ICT

Náplň práce není specifikována pro učitele jednotlivých odborných předmětů. Podle stránek Ministerstva práce a sociálních věcí (dále jen MPSV) (MPSV, 2010) má učitel odborných předmětů tyto povinnosti:

- komplexní vzdělávací a výchovná činnost v odborných předmětech, včetně tvorby a aktualizace pedagogické dokumentace a tvorby koncepcí rozvoje oborů;
- komplexní samovzdělávací činnost v systému vzdělávání pedagogických pracovníků včetně jejich evaluace.

Z uvedeného zdroje vyplývá, že učitel je nejčastějším uživatelem distribuce pracovního

prostředí. Není však tím, kdo je odpovědný za volbu a zavedení systému distribuce. Jeho role je jednoznačně vymezená odpovědností za vzdělávání a výchovu žáků, dále zodpovídá za další vzdělávání se ve svém oboru. Měl by tedy být schopen zařazovat do výuky kromě základních i nejnovější poznatky v oboru. V oblasti ICT to tedy znamená, že se učitel nebude prioritně starat o distribuci pracovních prostředí.

2.2 Charakteristika náplně práce koordinátora ICT

Podle metodického portálu RVP² (Metodický portál RVP, 2010) je náplní práce koordinátora ICT:

- zajišťovat integraci ICT do výuky;
- doporučovat další vzdělávání učitelů v oblasti ICT;
- koordinovat užití technologií ICT;
- navrhovat nákupy a aktualizace technologií ICT;
- zpracovávat a zajišťovat realizaci plánu školy v oblasti ICT.

Pokud je koordinátor ICT plně kvalifikovaný, měla by náplň jeho práce obsahovat také:

- efektivní správu ICT ve škole;
- nákup ekonomicky výhodné služby;
- zvýšení využití ICT ve výuce.

2.3 Charakteristika náplně práce správce infrastruktury ICT

Z katalogu prací MPSV (MPSV, 2010) vyplývá, že zaměstnanec na pozici správce informačních a komunikačních technologií (infrastruktury, databáze, síťového prostředí,

²Rámcový vzdělávací program

operačních systémů, programového vybavení, aplikací) má v náplni práce:

- navrhovat a řešit projekty systémů ICT včetně programového vybavení a informačních služeb;
- zajišťovat provoz a údržbu infrastruktury ICT;
- poskytovat podporu uživatelům;
- instalovat nové prvky a moduly výpočetní techniky, například operační systémy;
- řídit a koordinovat správu centrálních databází;
- spravovat síťová prostředí;
- navrhovat, zabezpečovat a realizovat systémy zálohování a ochrany dat.

3 Popis zvolených modelů distribuce pracovních prostředí

Existuje několik metod, které nám usnadňují distribuci pracovních prostředí pro mnoho uživatelů v krátkém časovém úseku. Vzhledem k rychlému rozvoji oboru ICT je možné, že již právě teď se vyvíjí nové systémy, umožňující snadnou a rychlou distribuci operačních systémů, softwarů či specifických nastavení. Ze stávající nabídky je v této práci navrženo 5 základních modelů distribuce.

3.1 Lokální virtualizace

Virtualizace je technika, která umožňuje vytvářet virtualizované prostředí. V ní je možné využít daný hardware a software jako hostitele, který vytváří simulované prostředí pro další operační systémy jako hosty. Každý z virtuálních operačních systémů se chová tak, jako by byl v daném hardwaru jedinečný. Kromě této plné virtualizace existují i jiné typy virtualizace, jako například částečná, aplikační, atd. Jednou z hlavních výhod je snadná a rychlá aplikace nových softwarů na jeden operační systém a jeho snadné rozkopírování. Nemalou výhodou je jednoduchá migrace mezi hostitelskými hardwary. Zároveň dochází k lepšímu využití stále výkonnějšího hardwaru. (Šika, 2011)

Návrh řešení pro lokální virtualizaci

Renomovanou softwarovou firmou, která se zabývá virtualizací, je společnost VMware, která nabízí virtualizační platformu VMware Workstation. Dalším výrobcem je firma Microsoft, která nabízí Hyper-V. Open-source řešením je produkt VirtualBox od společnosti Oracle. (Šika, 2011)

3.2 Vzdálená instalace softwaru

V dnešní době existuje velké množství nástrojů umožňujících vzdálenou instalaci a správu softwaru. Díky rozšíření virtualizace a značnému nárůstu počtu serverů se rozšiřují také tyto nástroje. Z pohledu operačních systémů UN*X se na vlně popularity dnes drží Puppet využívající pro konfiguraci vlastní DSL (Doménově specifický jazyk) nebo Ansible využívající značkovací jazyk YAML. Využití tohoto operačního systému je však na deskopových počítačích minimální. (Kudláček, 2017)

Návrh řešení pro vzdálenou instalaci softwaru

Podle stránek gemiusRanking (gemiusRanking, 2017) využívají v ČR osobní zařízení ze 70 % operační systém MS Windows. Z tohoto důvodu bylo zvoleno využití výchozích nástrojů od společnosti Microsoft. Jedná o často používané Active directory, díky kterému je možné spravovat skupiny počítačů a uživatelů.

Tato služba umožňuje efektivně spravovat síťové zdroje jako jsou správa zásad skupiny (Group Policy), sítě a služby Active Directory, uživatelé a služby Active directory, dnes hromadně nazýváno AD DS³. (Lolek, 2016)

GPO⁴ využíváme k hromadnému nastavení nejen systému Windows, ale i dalších produktů Microsoft.

Veškerá nastavení zásad skupiny ukládající se v objektech GPO se dělí na dvě základní sady:

- zásady počítače (Computer Configuration);
- zásady uživatele (User Configuration).

³Active Directory Domain Services

⁴Group Policy Object

Obě konfigurace obsahují uzly:

- pro zásady (Policies);
- pro předvolby (Preferences).

Zpracování zásad je spouštěno v každé konfiguraci různě. Při zpracování zásad počítače se tyto zásady aplikují při spuštění počítače a jeho síťovém připojení. Bude tedy platit pro všechny uživatele, kteří se na daný počítač přihlásí. K zpracování zásad uživatele dojde až při přihlášení uživatele k počítači. Bude aplikováno všude, kde se uživatel přihlásí. Jakmile jsou zásady aplikovány, dochází k jejich automatickému obnovení tak, aby se projevíly veškeré změny, které byly v systému zásad nakonfigurovány.

Active Directory pracuje s dědičností, která se aplikuje i na objekty GPO. Nastavení nebo předvolba zásady se tedy dědí podle hierarchické skupiny AD DS. Na nejvyšším místě stromové struktury se nachází lokalita, následuje doména a nakonec organizační jednotka. GPO tedy umí nainstalovat software na všechny počítače v doméně Windows. Využívá k tomu soubory formátu MSI. (Stanek, 2010)

V každé konfiguraci GPO můžeme editovat nastavení softwaru, nastavení Windows a nastavení priority, šablony nebo zásady. Při distribuci softwaru je možné využít dvou variant distribuce:

- publikování softwaru (Published);
- přiřazení softwaru (Assigned).

V prvním případě se zvolený software uživateli pouze nabídne v dialogovém okně „Přidat nebo odebrat programy“, a záleží tedy na samotném uživateli, zda se rozhodne jej nainstalovat.

Ve druhém případě je rovnou zvolena autoinstalace, celý software je pak nainstalován bez zásahu uživatele a bez ohledu na to, zda byl software přiřazen skupině počítačů nebo uživatelů. K dokončení instalace dochází ve chvíli prvního spuštění programu.

3.3 Klonování disků

Klonovací software urychluje instalaci operačního systému a jeho konfiguraci. Při klonování vytváříme přesnou kopii disku (image disku). V případě použití ve školním prostředí je možno tuto metodu využít pro akutní případ přeinstalování pracovního prostředí v případě softwarové destrukce ze strany uživatelů (Dvořák, 2013).

Výhodou je vytvoření základního nastavení počítače, ke kterému se můžeme kdykoliv vrátit. To nás zbavuje zdoluhavé instalace operačního systému a všech dalších programů, které dlouhodobě potřebujeme. Nevýhodou této metody je, že ji nemůžeme aplikovat na skupinu počítačů, které nejsou hardwarově totožné nebo alespoň podobné.

Klonovací software umožňuje koordinátorům ICT obnovovat data na všech počítačích najednou z jednoho obrazu na síti (Matuska, 2008).

Návrh řešení pro klonování disků

Nejznámějšími programy věnujícími se klonování disků jsou Northon Ghost a Symantec Ghost či Clonezilla. Clonezilla je open-source program, využívaný velmi často zejména z důvodu licence, pod kterou je distribuován. Umožňuje snadné, rychlé a jednoduché vytváření obrazů disku.

Existuje řada možností vytváření a nahrávání obrazů disků, z nichž nejdůležitější jsou:

Disk - To Disk zkopíruje lokální disk přímo na vzdálený, který přepíše

Disk - To Image na vzdáleném počítači vytvoří obraz vzdáleného disku

Disk - From Image ze vzdáleného počítače nahraje obraz na lokální disk

Check - Disk zkontroluje integritu vzdáleného disku

Check - Image File zkontroluje integritu vzdáleného obrazu

(Caletka, 2002)

3.4 Cloud computing

V případě cloud computingu se jedná o technologii, která přesouvá celé pracovní prostředí do takzvaného cloudu na serverech v datových centrech. Uživatelské zařízení se tak stává pouze tenkým klientem umožňujícím přístup ke cloudu z jakéhokoliv místa, kde se lze připojit k internetu. České znění definice NIST (Národní ústav pro standardy a technologie) je: *„Cloud computing je model, který umožňuje odkudkoliv pohodlně a na vyžádání přistupovat prostřednictvím sítě ke sdílenému fondu konfigurovatelných výpočetních zdrojů (jako jsou například sítě, servery, datová úložiště, aplikace a služby). Tyto zdroje mohou být snadno a rychle poskytovány a uvolňovány s minimálním úsilím potřebným pro správu a bez nutnosti interakce s poskytovatelem služeb.“* (NIST, 2011)

V následujícím přehledu jsou uvedeny základní znaky a modely distribuce a nasazení cloud computingu.

Základními znaky cloud computingu jsou:

Samoobslužné služby na vyžádání. Spotřebitel může jednostranně využívat výpočetních možností, jako jsou výpočetní čas, síťové úložiště, tak, jak potřebuje, bez nutnosti lidské interakce s jednotlivými poskytovateli služeb.

Síťový přístup odkudkoliv. Možnosti jsou dostupné přes síť prostřednictvím standardních mechanismů pomocí heterogenních tenkých a tlustých klientských platforem, jako jsou mobilní telefony, tablety, notebooky a pracovní stanice.

Sdílení zdrojů. Výpočetní zdroje poskytovatele jsou sloučeny, aby sloužily více spotřebitelům s využitím sdíleného modelu s rozdílnými fyzickými a virtuálními zdroji, dynamicky přidělovanými a přerazovanými podle poptávky spotřebitelů. Zákazník nemá všeobecně žádnou kontrolu ani dostatek informací o přesném umístění poskytovaných zdrojů, ale může být schopen specifikovat oblast v širším slova smyslu na úrovni států a datových center. Příklady zdrojů zahrnují úložiště, výpočetní kapacity, paměť a síťovou šířku pásma.

Rychlé přizpůsobení. Zdroje mohou být rychle přidělovány a uvolňovány, v některých případech automaticky pro rychlé přizpůsobení poptávce. Z pohledu spotřebitele jsou zdroje neomezené a kdykoliv přidělitelné v jakémkoliv rozsahu.

Měřitelnost služeb. Cloudové systémy automaticky řídí a optimalizují využití zdrojů pomocí měřících nástrojů vhodných pro daný typ služby, jako je úložiště, výpočetní kapacita, síťová šířka pásma nebo aktivní uživatelské účty. Využití zdrojů může být monitorováno, řízeno a vykazováno, čímž dodává prostupnost jak pro poskytovatele, tak pro spotřebitele využívané služby.

Distribuční modely

Software jako služba. Možnost poskytovaná spotřebiteli je využití aplikací poskytovatele, běžících na cloudové infrastruktuře. Aplikace jsou dostupné z různých klientských zařízení prostřednictvím rozhraní tenkého klienta, jako jsou webový prohlížeč (například web mail) nebo programové rozhraní. Spotřebitel nespravuje ani neřídí základní cloudovou infrastrukturu včetně sítě, serverů, operačních systémů, úložiště či jednotlivých možností aplikace s případnou výjimkou omezených uživatelsky definovaných nastavení aplikace.

Platforma jako služba. Možnost poskytovaná spotřebiteli je nasazení jeho vlastních aplikací vytvořených pomocí programovacích jazyků, knihoven, služeb a nástrojů podporovaných poskytovatelem na cloudovou infrastrukturu. Spotřebitel nespravuje ani neřídí základní cloudovou infrastrukturu včetně sítě, serverů, operačních systémů nebo úložiště, ale má kontrolu nad nasazenými aplikacemi a případně nastavením prostředí hostování aplikací.

Infrastruktura jako služba. Možnost poskytovaná spotřebiteli je dodání výpočetních kapacit, úložiště, sítí a jiných zásadních výpočetních zdrojů, kde je spotřebitel schopen nasadit a provozovat libovolný software, který může zahrnovat operační systémy a aplikace. Spotřebitel nespravuje ani neřídí základní cloudovou infrastrukturu, ale má kontrolu nad operačními systémy,

úložištěm a nasazenými aplikacemi; případně má omezenou kontrolu nad vybranými síťovými prvky - například firewally.

Modely nasazení

Privátní cloud. Cloudová infrastruktura je poskytována výhradně jedné organizaci, zahrnující více spotřebitelů (například obchodní jednotky). Může být vlastněna, spravována a řízena organizací, třetí stranou nebo jejich kombinací, a může existovat jak uvnitř, tak mimo areál organizace.

Komunitní cloud. Cloudová infrastruktura je poskytována výhradně jedné komunitě spotřebitelů z organizací, které mají společné potřeby (cíle, bezpečnostní požadavky, politiku, nároky na dodržování předpisů). Může být vlastněna, spravována a řízena jednou nebo více organizacemi v komunitě, třetí straně nebo jejich kombinací, a může existovat jak uvnitř, tak mimo areál.

Veřejný cloud. Cloudová infrastruktura je poskytována pro využití širokou veřejností. Může být vlastněna, spravována a řízena obchodní, akademickou nebo vládní organizací nebo jejich kombinací. Existuje v areálu poskytovatele cloudu.

Hybridní cloud. Cloudová infrastruktura je kompozicí dvou nebo více odlišných cloudových infrastruktur (soukromých, komunitních či veřejných), které zůstávají jedinečnými entitami, ale jsou propojeny standardizovanou nebo komerční technologií, která umožňuje přenos dat a aplikací mezi cloudovými infrastrukturami (rozdělení cloudu pro vyvažování zátěže mezi cloudy).

(NIST, 2011)

Využití komunitního cloudu by mohlo zaštiťovat například MŠMT, které by garantovalo jeho využití pro základní a střední školy. Pokud zvažujeme využití pouze pro jednu školu či organizaci, je ideálním řešením privátní cloud. Vzhledem k velké finanční náročnosti cloudu provozovaném na vlastním hardwaru, je výhodnějším řešením ve školství využití hardwaru poskytovatele cloudových služeb.

Mezi hlavní výhody patří rychlá konfigurace pracovního prostředí a uživatelský přístup ze školy i z domova v režimu 24/7⁵. Nezanedbatelné jsou také ekonomické výhody, zejména pořizovací náklady a mnohonásobně zálohovaná data.

Nevýhodou je nutnost velmi obezřetně volit provozovatele cloudu, protože přechod k jinému provozovateli by mohl velmi náročný jak finančně, tak i technicky. Vedení školy se musí smířit s tím, že poskytovateli služeb musí dát absolutní důvěru v to, že se poskytovatel postará o bezpečnost ukládaných dat.

Návrh řešení pro cloud computing

V oblasti cloud computingu je mnoho poskytovatelů služeb. Jejich nabídky se liší a různé jsou také použité cenové modely. Mezi nejznámější dodavatele patří společnost Amazon. Ve virtuálních počítačích je používán systém Linux⁶.

Společnost Google nabízí službu AppEngine. Nevýhodou tohoto řešení je, že neumožňuje plnohodnotnou virtualizaci operačních systémů⁷.

Řešením od společnosti Microsoft je služba Windows Azure, která nabízí spouštění systému Windows a ukládání souborů a dat v datových centrech společnosti Microsoft⁸. Azure Services Platform nabízí cloudový operační systém a vývojové nástroje. (Velte et al., 2011)

Pozadu nezůstávají ani čeští poskytovatelé cloudových služeb, mezi nejznámější patří například FORPSI Cloud⁹ nebo České radiokomunikace¹⁰.

⁵24 hodin denně 7 dní v týdnu (nonstop)

⁶<https://aws.amazon.com/>

⁷<https://console.cloud.google.com>

⁸<https://azure.microsoft.com/en-us>

⁹<https://www.forpsicloud.cz/company/o-forpsi.aspx>

¹⁰<https://www.cra.cz/sluzby-cra>

3.5 Terminálové služby

Terminálové služby představují možnost souběžné práce více uživatelů na jednom výkonném serveru. Každý uživatel, který se připojí k serveru, využívá výkon serveru, nikoliv výkon pracovní stanice prostřednictvím které se připojuje. Výkon tedy nezávisí na rychlosti pracovní stanice, uživatel ve skutečnosti využívá procesor, RAM paměť a pevné disky serveru. Každá uživatelská stanice funguje po připojení k serveru jako terminál. Ten je zodpovědný pouze za funkci konzole (klávesnice, myš a vlastní zobrazení), o všechno ostatní se postará server. Každý terminál má svou vlastní relaci na serveru. Chyba aplikace v jedné relaci se tedy ostatních uživatelů nijak netýká. (Russel et al., 2005)

Terminálové služby jsou dobře využitelné pro náročné aplikace, které potřebujeme spustit na starších a málo výkonných počítačích. Výhoda terminálových služeb se projeví například v okamžiku kdy je zjištěno, že výkon hardwaru již nestačí novým aplikacím. Pak může být dobrým řešením právě využití terminálových služeb, tedy přenesení hlavní výpočetní zátěže na server.

Vzhledem k tomu, že aplikace jsou spuštěny na serveru, jejich jakákoliv změna či nastavení může správce provést pouze jednou, a to na serveru. Tato služba také umožňuje správci vidět, co se děje v relaci jednotlivých uživatelů, dokonce může tyto relace řídit.

Návrh řešení pro terminálové služby

Pro terminálové služby existuje několik softwarových řešení, např. firma Citrix nabízí svůj produkt XenApp, pro linuxové operační systémy je zde protokol XDMCP. Pro potřeby středních škol se jeví jako efektivní operační systém Windows server se zapnutými terminálovými službami.

4 Zhodnocení jednotlivých modelů distribuce pracovních prostředí na modelových institucích

Jednotlivé modely distribuce jsou aplikovány na modelové instituce stanovené shlukovou analýzou. Prostřednictvím vlastní metodiky je zhodnocena výhodnost a nevýhodnost jednotlivých modelů distribuce ve vztahu k modelovým institucím.

4.1 Stanovení modelových institucí

Základní databáze všech středních škol v ČR s příslušnými počty žáků byla zaslána emailovou komunikací z odboru školské statistiky, analýzy a informační strategie Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy (dále jen MŠMT) (MŠMT Odbor školské statistiky, analýz a informační strategie, 2017).

Data byla zpracována prostřednictvím softwaru IBM SPSS Statistics. Bylo zvoleno nehierarchické shlukování a algoritmus K-means Cluster Analysis (k posouzení podobnosti byla použita Euklidovská vzdálenost). Proměnnou byl počet žáků na jednotlivých středních školách. Další proměnné, které byly uvažovány pro zpracování ve shlukové analýze (uvedené v databázi středních škol), nebyly relevantní pro výsledné shluky. Tento algoritmus byl spuštěn třikrát pro počet shluků $k \in \{3; 4; 5\}$.

V prvním případě proběhlo 23 iterací a výsledkem jsou tři shluky, každý reprezentován svým centroidem (tabulka 1). V druhém případě bylo provedeno 32 iterací, které vedly ke vzniku čtyř modelových institucí (tabulka 2). V poslední variantě bylo provedeno 46 iterací, při kterých bylo vytvořeno pět shluků (tabulka 3).

Z porovnání všech variant vyplynulo, že nejvýhodnější bude rozdělení na 4 shluky. Důvodem jsou menší vzdálenosti mezi centroidem a objekty daného shluku (oproti první variantě). Historie iterací je uvedena v příloze A.1. Příčinou vyřazení varianty s pěti shluky bylo relativně malé zastoupení škol v prvním shluku (pouze 1,4 % škol).

Tabulka 1: Výsledky shlukové analýzy pro $k = 3$

Shluk	1	2	3
Počet žáků	854	445	153
Počet škol uvnitř shluku	116	490	703
Maximální odchylka od centroidu	1156	204	153

Tabulka 2: Výsledky shlukové analýzy pro $k = 4$

Shluk	1	2	3	4
Počet žáků	1001	567	311	101
Počet škol uvnitř shluku	58	295	489	467
Maximální odchylka od centroidu	1010	212	128	104

Z vybrané varianty byly získány čtyři modelové instituce. Protože nebylo možné přesně stanovit množství stolních počítačů na jednotlivých modelových školách, vychází se z údajů Českého statistického úřadu: „V České republice je na středních školách průměrně 20,2 stolních počítačů na 100 žáků“. (ČSÚ, 2016).

Počet stolních počítačů na jednotlivých modelových institucích byl stanoven podle následujícího vzorce: $X = P * Z/100$, kde X je počet stolních počítačů na modelové instituci, Z je počet žáků vyplývající z výpočtu shlukové analýzy a P je průměrný počet stolních počítačů na 100 žáků na středních školách. Konečné výpočty najdeme v tabulce 4.

Tabulka 3: Výsledky shlukové analýzy pro $k = 5$

Shluk	1	2	3	4	5
Počet žáků	1240	763	499	282	90
Počet škol uvnitř shluku	19	110	297	467	416
Maximální odchylka od centroidu	771	233	131	107	96

Tabulka 4: Modelové instituce

Modelová instituce	Počet žáků	Počet stolních počítačů
A	101	20
B	311	63
C	567	115
D	1001	202

4.2 Hodnotící metodika

Metodika byla stanovena podle různých pohledů na jednotlivé metody distribuce s ohledem na stanovené modelové instituce.

4.2.1 Typ distribuovaného pracovního prostředí a druh přístupu

Hledisko je rozděleno na více částí. V první části se posuzuje, co zvolená metoda umožňuje distribuovat:

- operační systém se specifickým nastavením (např. s instalovaným softwarem);
- operační ve výchozím nastavení;
- software se specifickým nastavením;
- software ve výchozím nastavení.

Další část tohoto hlediska hodnotí, zda je možné jak pro žáky, tak i pro učitele, k pracovnímu prostředí přistupovat vzdáleně, například z domova. V současné době se stále více prosazuje používání přenosných počítačů, které si uživatelé nosí z domova, proto je předmětem hodnocení i možnost distribuce pracovních prostředí na vlastní počítače. Pokud by konečné stanice byly využívány pro větší množství školních předmětů, bylo by pro přehlednost vhodnější oddělení pracovních prostředí pro jednotlivé předměty. I tento pohled je potřeba zahrnout do zmíněného hlediska.

4.2.2 Náročnost na lidské zdroje

Aspekt náročnosti na lidské zdroje bude rozdělen na dvě části. V první části bude předmětem zájmu náročnost implementace dané metody, v druhé části bude hodnoceno, kdo je schopen zvolenou metodu distribuce pracovních prostředí spravovat. Vzhledem k tomu, že ve škole lze najít zpravidla tři úrovně zaměstnanců, kteří spravují infrastrukturu ICT, což je pro hodnocení málo, budou zavedeny ještě tři další pojmy: *učitel ICT+*, *koordinátor ICT+*, *správce infrastruktury ICT+*. Tyto pojmy označují nutnost zvýšené úrovně znalostí nad stanovenou roli.

4.2.3 Flexibilita modelů distribuce

Hledisko flexibility hodnotí rychlost distribuce všech čtyř typů distribuovaných prostředí (tzn. operačního systému se specifickým nastavením, operačního systému bez nastavení, softwaru se specifickým nastavením nebo softwaru ve výchozím nastavení) na všechny pracovní stanice. Vzhledem k tomu, že se rychlost distribuce projeví u různého počtu koncových stanic jinak, bude hodnocení rozvedeno na každou z modelových institucí zvlášť. Měřítkem flexibility bude čas potřebný k zajištění distribuce rozdělený na čas lidské obsluhy a strojový čas.

4.2.4 Ekonomické hledisko

Toto hledisko je spojeno s ekonomickou náročností celého řešení. Zohledňuje finanční náročnost hardwaru (konečných stanic a serverů), softwarovou náročnost a finanční nároky na provoz. Vzhledem k rozdílnosti jednotlivých modelových institucí musí být toto hledisko rozvedeno pro každou z nich zvlášť. Všechny částky budou přepočteny na české koruny.

4.3 Hodnocení jednotlivých modelů distribuce podle stanovené metodiky

V případě vyhodnocení podle prvního a druhého hlediska (typ distribuovaného prostředí a druh přístupu, náročnost na lidské zdroje) nezáleží na velikosti modelové instituce. U zbylých dvou hledisek je nutno zohlednit počty pracovních stanic, proto jsou tato hlediska vyhodnocena v závislosti na množství koncových stanic odvozených z velikosti modelových institucí.

Pro větší přehlednost není v tabulkách název modelové instituce (A, B, C, D), ale přímo počet koncových stanic jednotlivých modelových institucí.

4.3.1 Typ distribuovaného pracovního prostředí a druh přístupu

Z tabulky 5 vyplývá, že pokud chceme distribuovat operační systém včetně softwaru a nastavení, můžeme si vybírat z metod lokální virtualizace, klonování disků či veřejného cloudu. Zbylé dvě metody (vzdálená instalace softwaru, resp. terminálové služby) umožňují pouze distribuci softwaru, resp. softwaru včetně nastavení.

Tabulka 5: Typ distribuovaného pracovního prostředí a druh přístupu

	Možnosti distribuce	Přístup z domova	BYOD ¹¹	Oddělení předmětů
Lokální virtualizace	OS ¹² + nast. ¹³ ; OS; SW ¹⁴ + nast.; SW	ne	ano	ano
Vzdálená inst. softwaru	SW	ne	ne	ne
Klonování disků	OS + nast.; OS; SW + nast.; SW	ne	ne	ne
Veřejný cloud	OS + nast.; OS; SW + nast.; SW	ano	ano	ano
Terminálové služby	SW, SW + nast.	ne	ne	ne

¹¹Bring Your Own Device

¹²Operační systém

¹³Nastavení

¹⁴Software

Pokud škola upřednostňuje online přístup pro žáky a učitele z domova, ocení pravděpodobně variantu veřejného cloudu.

Podporuje-li škola využívání vlastních přenosných zařízení, nebo vyučující vyžadují jasné oddělení svých předmětů, pak se vyplatí zvážit metodu lokální virtualizace nebo veřejného cloudu. Toto hledisko je individuální a je velmi těžké vyhodnotit, kterou z metod by vyučující jednotlivých škol ocenili.

4.3.2 Náročnost na lidské zdroje

Pokud se škola zajímá o nároky na lidské zdroje, pak musí rozlišovat, zda se jedná o implementaci metody distribuce, či pouze o správu zvoleného modelu. Přesné údaje nalezneme v tabulce 6. Z pohledu nasazení i správy metody je nejjednodušší metodou lokální virtualizace. Tuto metodu by měl zvládnout učitel ICT, který má zvýšenou úroveň znalostí, než je stanoveno samotnou náplní jeho práce. Zde to znamená, že o zvolené metodě distribuce pracovních prostředí ví, a je schopen buď s ní rovnou pracovat, nebo si zajistit literaturu a implementaci metody nastudovat.

Metoda veřejného cloudu vyžaduje v oblasti implementace trochu jiné znalosti než ostatní metody. V tomto případě je koordinátor ICT zodpovědný za specifikaci podmínek celé cloudové služby. Jedná se tedy více o technické specifikace a kvalitní přípravu, než o znalosti v oblasti operačních systémů a síťových prvků. Náročnost správy cloudových služeb záleží na poskytovaném uživatelském rozhraní, většinou se však jedná o jednoduchou aplikaci, kterou zvládne obsluhovat učitel ICT.

Jako nesložitější se podle tabulky 6 jeví metoda vzdálené instalace a terminálových služeb. V obou případech je potřeba správce infrastruktury ICT jak pro přípravu, tak pro samotnou obsluhu. Zde jsou vyžadovány znalosti serverových operačních systémů a znalosti z oblasti počítačových sítí.

Tabulka 6: Nároky na lidské zdroje

	Implementace zvoleného modelu	Správa zvoleného modelu
Lokální virtualizace	Učitel ICT+	Učitel ICT+
Vzdálená instalace SW	Správce infrastruktury ICT	Správce infrastruktury ICT
Klonování disků	Správce infrastruktury ICT	Učitel ICT+
Veřejný cloud	Koordinátor ICT	Učitel ICT
Terminálové služby	Správce infrastruktury ICT	Správce infrastruktury ICT

4.3.3 Flexibilita modelů distribuce

Toto hledisko se dělí na dvě části. Čas lidské obsluhy je odhadnutá doba, která je potřeba na přípravu a distribuci. Vychází ze zkušeností mnoha osob, se kterými byl tento čas konzultován. Přesto je odhad pouze subjektivní, protože velmi záleží na předcházejících zkušenostech lidské obsluhy.

Aby bylo možné porovnávat flexibilitu jednotlivých modelů distribuce z pohledu času, který potřebuje pro svou práci stroj, je třeba dopředu specifikovat obecné požadavky: rychlost počítačové sítě 1 Gb/s, velikost modelového operačního systému 30 000 MB, velikost modelového distribuovaného softwaru 1000 MB, všechny koncové stanice vybavené běžnými pevnými disky. Reálná rychlost čtení z pevného disku je přibližně 100 MB/s. V případě využití distribuce za pomoci serveru se uvažují dva disky, v raidu 0. Předpokládaná rychlost 150 MB/s. Pro ruční kopírování je uvažován externí SSD disk s USB 3.1 s rychlostí čtení přibližně 400 MB/s.

Lokální virtualizace

V tabulce 7 je vypočtena uvažovaná rychlost distribuce VirtualBox appliance. Předpokládá se, že soubor appliance bude velký přibližně 30 GB a bude distribuován ze serveru na všechny stanice současně pomocí počítačové sítě. Reálná přenosová rychlost této sítě je 110 MB, zatímco reálná rychlost zápisu disků koncových stanic je nižší. V této situaci se jedná o distribuci na 20-202 počítačů, tedy nejpomalejší částí bude

počítačová síť. Strojový čas v tabulce 7 je vypočten pomocí vzorce $\frac{s}{n}p = t$, kde s je velikost distribuované appliance, n je rychlost počítačové sítě, p počet cílových počítačů a t je výsledný čas potřebný k distribuci. Touto metodou se může distribuovat pouze soubor, který obsahuje celý operační systém včetně nastavení. I v případě, kdy je potřeba distribuovat pouze software, dochází k distribuci celého operačního systému. Proto je čas nezbytný pro práci člověka při distribuci ve vše variantách stejný.

Čas potřebný na přípravu distribuovaného prostředí byl odhadnut na 30 minut lidské práce. Výjimku tvoří distribuce operačního systému, kde je předpokládán čas na přípravu přibližně 10 minut.

Tabulka 7: Časová náročnost distribuce pomocí lokální virtualizace (v min.)

Velikost instituce (počet počítačů)		20	63	115	202
OS + nast.	Člověk	1	1	1	1
	Stroj	91	286	523	919
OS	Člověk	1	1	1	1
	Stroj	91	286	523	919
SW + nast.	Člověk	1	1	1	1
	Stroj	91	286	523	919
SW	Člověk	1	1	1	1
	Stroj	91	286	523	919

Vzdálená instalace softwaru

Čas potřebný pro distribuci této metody je popsán v tabulce 8. Vychází z možností poskytovaných Active Directory. Tento software umožňuje distribuovat (instalovat) pouze software ve výchozím nastavení. V tabulce 8 jsou proto ostatní varianty označeny křížkem. Protože se opět jako nejpomalejší část jeví 1 Gb síť, je rychlost distribuce vypočtena pomocí vzorce $\frac{s}{n}p = t$, kde s je velikost distribuované aplikace (MSI soubor o velikosti 1 GB), n je rychlost počítačové sítě, p počet cílových počítačů a t je výsledná rychlost.

Odhad časové náročnosti přípravy předpokládá, že čas práce stroje je zanedbatelný, protože se kopíruje pouze soubor typu MSI. V případě času práce člověka je potřeba

správně nastavit Group Policy. Časová náročnost je v tomto případě 30 minut.

Tabulka 8: Časová náročnost distribuce pomocí vzdálené instalace softwaru (v min.)

Velikost instituce (počet počítačů)		20	63	115	202
OS + nast.	Člověk	x	x	x	x
	Stroj	x	x	x	x
OS	Člověk	x	x	x	x
	Stroj	x	x	x	x
SW + nast.	Člověk	x	x	x	x
	Stroj	x	x	x	x
SW	Člověk	1	1	1	1
	Stroj	3	10	17	31

Klonování disků

Klonování obrazů disků umožňuje distribuovat pouze celé operační systémy. Z tohoto důvodu se časy pro distribuci ostatních typů distribuovaných prostředí uvedených v tabulce 9 neliší. Pro distribuci je tedy uvažován pouze celý operační systém včetně vhodného softwaru. Klonování disků (bez dalšího speciálního softwaru a nastavení) vyžaduje lidskou obsluhu. Celou distribuci zajišťuje pouze jeden člověk a předpokládá se, že zvládne obsluhovat tři počítače současně. Je uvažováno kopírování z externích SSD disků pomocí USB 3.1. V tomto případě bude nejpomalejším článkem disk koncové stanice.

Nejrychlejší je příprava distribuce operačního systému, kde stačí použít instalační disk. U ostatních typů distribuovaného prostředí je čas přípravy odhadován na 30 minut.

Cloud computing

Rychlost distribuce virtuálních počítačů v cloudu reprezentuje tabulka 10. Rychlost distribuce uvnitř cloudu do značné míry závisí na hardwaru a softwaru poskytovatele cloudu a také na poskytnutém uživatelském rozhraní. Podle zkušeností s většinou virtualizačních platforem se vytváří kopie virtuálních strojů v řádu vteřin až minut.

Tabulka 9: Časová náročnost distribuce pomocí klonování disků (v min.)

Velikost instituce (počet počítačů)		20	63	115	202
OS + nast.	Člověk	50	158	288	505
	Stroj	100	315	575	1010
OS	Člověk	50	158	288	505
	Stroj	100	315	575	1010
SW + nast.	Člověk	50	158	288	505
	Stroj	100	315	575	1010
SW	Člověk	50	158	288	505
	Stroj	100	315	575	1010

Z tohoto důvodu se výpočet pro jednotlivé typy pracovních prostředí neliší a zároveň vychází pro všechny druhy modelových institucí na čas menší než jedna minuta.

Veškerý čas přípravy podléhá nastavení případných úprav operačního systému nebo softwaru, ale neměl by překročit přibližně 30 minut.

Tabulka 10: Časová náročnost distribuce pomocí veřejného cloudu (v min.)

Velikost instituce (počet počítačů)		20	63	115	202
OS + nast.	Člověk	1	1	1	1
	Stroj	1	1	1	1
OS	Člověk	1	1	1	1
	Stroj	1	1	1	1
SW + nast.	Člověk	1	1	1	1
	Stroj	1	1	1	1
SW	Člověk	1	1	1	1
	Stroj	1	1	1	1

Terminálové služby

Terminálové služby (tak jako model vzdálené instalace softwaru) neumožňují distribuovat celé operační systémy. Z tohoto důvodu jsou ostatní varianty v tabulce 11 označeny křížkem. Reálně se na koncové počítače distribuuje pouze zástupci odkazující na samotný server o velikosti několika kilobajtů. Z tohoto důvodu by měl být čas distribuce téměř zanedbatelný.

Příprava softwaru se specifickým nastavením je o něco náročnější, trvá přibližně jednu hodinu. Software bez výchozího nastavení je možno připravit do 30 minut.

Tabulka 11: Časová náročnost distribuce pomocí terminálových služeb (v min.)

Velikost instituce (počet počítačů)		20	63	115	202
OS + nast.	Člověk	x	x	x	x
	Stroj	x	x	x	x
OS	Člověk	x	x	x	x
	Stroj	x	x	x	x
SW + nast.	Člověk	1	1	1	1
	Stroj	1	1	1	1
SW	Člověk	1	1	1	1
	Stroj	1	1	1	1

4.3.4 Ekonomické hledisko

Prvním krokem pro hodnocení z ekonomického hlediska je určení, s jakým hardwarem a softwarem je možné provozovat zvolené modely distribuce.

Pro metody klonování a vzdálenou instalaci softwaru byl definován základní počítač. V metodách terminálových aplikací a cloud computing postačí počítač využívaný pouze jako tenký klient. Virtualizace vyžaduje speciální počítač s vyšším výkonem a podporou virtualizace.

Pro realizaci metody vzdálené instalace softwaru se uvažuje využití MS Windows serveru 2016 a méně výkonného serveru. Při volbě modelu terminálových aplikací se také uvažuje o využití Windows serveru, ale je potřeba použít výkonnější hardware.

V rozpočtu je zahrnut i nákup základních počítačů a stanic používaných jako tenký klient. Je možné, že střední škola má dostatečně výkonné počítače, které si může ponechat. V tom případě je nutno z celkové ceny hodnotu těchto počítačů odečíst.

Na všechny kalkulace cen, kde se počítá s vyšším množstvím počítačů, je uvažována sleva plynoucí z tabulky 12. Ceny jsou kalkulovány včetně DPH podle ceníku platného

v červnu 2017.

Tabulka 12: Uvažovaná množstevní sleva

Počet kusů	< 50	< 100	< 200	< 500
Sleva	0 %	0,5 %	1,5 %	3 %

Aby bylo možno porovnat jednotlivé metody distribuce z ekonomického hlediska, je třeba rozpočítat celkovou cenu na jeden rok. V jiném případě by nebylo možné porovnávat celkovou částku vydávanou jednorázově s pravidelnými měsíčními poplatky. Předpokládaná doba použití jednorázově nakupovaného hardwaru a softwaru je pět let.

Základní počítač

4jádrový procesor Intel Pentium J3710 (1.6GHz, TB 2.64GHz), 4 GB operační paměti DDR3, pevný disk 1 TB HDD, OS Windows 10 Pro s možností downgrade na Windows 7 Professional, cena 10 300 Kč¹⁵.

Počítač použitý jako tenký klient

2jádrový procesor Intel Celeron J3060 (1.6GHz, TB 2.48GHz), 4GB operační paměti DDR3, pevný disk 1TB, cena: 5 500 Kč¹⁶.

Počítač s podporou virtualizace

4jádrový procesor Intel Core i5-7400 (3GHz, TB 3.5GHz), operační paměť 8GB DDR4 Kingston 2133MHz, grafická karta Intel HD Graphics, pevný disk 240GB SSD Kingston Now UV400, bez mechaniky, Gigabit Ethernet, WiFi, USB 2.0 a 3.0/3.1 Gen 1, skříň EuroCase ML X401, 350W zdroj SEASONIC SSP-350ST 80Plus Bronze, operační systém Windows 10 Pro. Cena 17 000 Kč¹⁷

Operační systémy v základní verzi jsou součástí navrženého hardwaru. Z důvodu oblíbe-

¹⁵CZC 2017 [online] [cit.: 2017-06-30] Dostupné z: https://www.czc.cz/acer-extensa-x2-ex2610g-cerna_9/215843/produkt; ALZA 2017 [online] [cit.: 2017-06-30] Dostupné z: <https://www.alza.cz/acer-extensa-x2610g-sff?dq=5003348&o=5>

¹⁶CZC 2017 [online] [cit.: 2017-06-30] Dostupné z: https://www.czc.cz/acer-extensa-x2-ex2610g-cerna_7/202933/produkt; ALZA 2017 [online] [cit.: 2017-06-30] Dostupné z: <https://www.alza.cz/acer-extensa-x2610g-sff?dq=4566528>

¹⁷ALZA 2017 [online] [cit.: 2017-06-30] Dostupné z: <https://www.alza.cz/alzapc/alza-topoffice-i5-ssd>; CZC 2017 [online] [cit.: 2017-06-30] Dostupné z: <https://www.czc.cz/czc-pc-office-i5-ssd-w10-pro/207652/produkt>

nosti mezi uživateli se počítá s využitím MS Windows 7/10. V metodách terminálových služeb a vzdálené instalace softwaru je navíc navržen operační systém MS Windows Server 2016.

Windows server 2016

Základní systémové požadavky pro Windows Server 2016: 1.4 GHz 64-bit procesor, kompatibilní s x64 instrukční sadou, 2 GB RAM s ECC¹⁸ a minimálně 32 GB prostoru na disku (Microsoft, 2016) Základní licence stojí 20 000 Kč¹⁹. Licence CAL²⁰ na každý další počítač zařazený do domény. Cena 900 Kč²¹.

Pro lokální virtualizaci se počítá s využitím Oracle VM VirtualBox, který je šířený pod licencí pro svobodný software – PUEL/GPL, a je tedy zdarma. V metodě vzdálené instalace softwaru se využívá dříve zmíněného MS Windows Serveru a MS Windows 7/10 v doméně Active Directory a nevyžaduje již žádný další software.

Server pro MS Windows server 2016 (terminálové služby)

Patice pro 2 procesory Intel Xeon řady E5-2600v4. Pouze 1x procesor Intel Xeon E5-2620v4 (8 jader, 16 vláken, 2.1 GHz, TB 3 GHz, 20 MB cache), 16 GB DDR4 RDIMM operační paměti, 8x pozice pro disky 2.5" SATA/SAS HS, osazen 2x 300GB 10K SAS disk, mechanika DVD/RW, Dual Gigabit Ethernet, řadič RAID 720i (2 GB cache, 0/1/10/5/6/50/60), zdroj s výkonem 550W Platinum HS, Tower 4U. Předpokládaná spotřeba 92 – 140 W v závislosti na počtu RAM a procesorů. Cena 60 000 Kč²². Při dokoupení druhého procesoru je jeho cena 11 500 Kč²³, cena 8 GB RAM se pohybuje okolo 3 000 Kč²⁴.

¹⁸Kontrola a oprava chyb (z anglického Error Checking and Correcting)

¹⁹MICROSOFT 2017 [online] [cit.: 2017-06-30] Dostupné z: <https://www.microsoft.com/cs-cz/cloud-platform/windows-server-pricing>; ALZA 2017 [online] [cit.: 2017-07-13] Dostupné z: <https://www.alza.cz/microsoft-windows-server-standard-2016-x64-en-oem-hlavni-licence-d4615006.htm?o=2>

²⁰Client access licence

²¹ALZA 2017 [online] [cit.: 2017-06-30] Dostupné z: <https://www.alza.cz/dalsi-1-klient-pro-microsoft-windows-server-2016-eng-oem-device-cal-d4634976.htm>

²²CZC 2017 [online] [cit.: 2017-06-30] Dostupné z: <https://www.czc.cz/lenovo-thinkserver-td350-tw-e5-2620v4-16gb-2x300gb-sas-10k-550w/190810/produkt>

²³CZC 2017 [online] [cit.: 2017-06-30] Dostupné z: <https://www.czc.cz/intel-xeon-e5-2620v4/188523/produkt>

²⁴ALZA 2017 [online] [cit.: 2017-06-30] Dostupné z: <https://www.alza.cz/lenovo-8gb-ddr4-2133mhz-ecc-registered-d2296432.htm?o=1>

Server pro MS Windows server 2016 (vzdálená instalace softwarovou)

2jádrový procesor Intel Pentium G3420 (3.2GHz, 3MB cache), 4GB DDR3 ECC unbuffered, 1x 1000 GB pevný disk (7200RPM), 4x volné pozice pro pevné disky, podpora RAID 0/1/10, mechanika DVD-RW supermulti, 2x GLAN, 250W zdroj, tower provedení. Předpokládaná spotřeba 70 W. Cena 13 760 Kč²⁵.

Cena elektrické energie

Pro stanovení přibližné ceny za provozování vlastních serverů se vychází z aktuální průměrné ceny (1. pololetí 2017) za kilowatthodinu 3,71 Kč²⁶.

Lokální virtualizace

Z tabulky 13 plyne, že cena za aplikaci metody lokální virtualizace vychází pouze z ceny za počítač podporující virtualizaci. Tento hardware musí umožňovat virtualizaci a mít dostatek výkonu pro virtualizovaný stroj. Virtualizační SW – Oracle VM VirtualBox je šířený pod licencí pro svobodný SW – PUEL/GPL, a je tedy zdarma.

Tabulka 13: Cenová kalkulace lokální virtualizace (zaokrouhleno na tis. Kč)

Počet počítačů	1	20	63	115	202
HW (PC virtualizace)	17 000	340 000	1 065 000	1 925 000	3 330 000
SW (Oracle VirtualBox)	0	0	0	0	0
Celková pořizovací cena	17 000	340 000	1 065 000	1 925 000	3 330 000
Cena přepočtená na 1 rok ²⁹	3 000	68 000	213 000	385 000	666 000

Vzdálená instalace softwaru

Tabulka 14 uvádí předpokládanou cenu za řešení vzdálené instalace softwaru pomocí MS Windows serveru 2016. Cena se skládá z několika položek: základní počítače, server pro Windows server, licence pro MS Windows server 2016 a odhadovaná spotřeba

²⁵CZC 2017 [online] [cit.: 2017-06-30] Dostupné z: <https://www.czc.cz/fujitsu-primergy-tx1310m1-g3420-4gb-1tb/158947/produkt>

²⁶ENERGIE123 *Ceny elektrické energie* 2017 [online] [cit.: 2017-06-30] Dostupné z: <http://www.energie123.cz/elektrina/ceny-elektricke-energie/cena-1-kwh/>

elektrické energie serveru. Zařazení počítačů do AD DS domény vyžaduje CAL licenci. Ta je započtena v licenci na Windows server.

Tabulka 14: Cenová kalkulace vzdálené instalace softwaru (zaokrouhleno na tis. Kč)

Počet počítačů	1	20	63	115	202
HW (Základní počítač)	10 000	206 000	645 000	1 166 000	2 018 000
HW (Server)	14 000	14 000	14 000	14 000	14 000
SW (Windows Server)	24 000	41 000	80 000	126 000	205 000
Cena za el. energii (70 W) ²⁷	11 000	11 000	11 000	11 000	11 000
Celková pořizovací cena	60 000	272 000	750 000	1 318 000	2 247 000
Cena přepočtená na 1 rok ²⁹	12 000	54 000	150 000	263 000	450 000

Klonování disků

Tato metoda bude řešena pomocí ručního přenášení obrazu disku na externím SSD. Na vytváření obrazů disků se použije software Clonezilla ²⁸ šířený pod GPL licenci. Cena v tabulce 15 je tvořena pouze hodnotou základního počítače.

Tabulka 15: Cenová kalkulace klonování disků (zaokrouhleno na tis. Kč)

Počet počítačů	1	20	63	115	202
HW (Základní počítač)	10 000	206 000	645 000	1 166 000	2 018 000
SW (Clonezilla)	0	0	0	0	0
Celková pořizovací cena	10 000	206 000	645 000	1 166 000	2 018 000
Cena přepočtená na 1 rok ²⁹	2 000	41 000	129 000	233 000	403 000

Cloud computing

Porovnání ceny za cloudové služby s ostatními modely je složitější. V tomto případě se z velké části jedná o měsíční poplatky za služby. Aby mohlo dojít k porovnání mezi jednotlivými metodami, je cena v tabulce 16 přepočtena také na rok. První řádek tabulky 16 uvádí cenu za počítač, který je využíván pouze jako tenký klient.

²⁷Je počítána pouze spotřeba serveru, celkem za 5 let

²⁸<http://clonezilla.org/>

²⁹Při předpokládané pětileté životnosti

Je pravděpodobné, že by za tímto účelem bylo možné použít ještě slabší a levnější hardware, například počítače typu NUC nebo Raspberry Pi. Druhý řádek uvádí cenu za příslušný počet virtualizovaných počítačů. Cena za virtualizaci vychází z cen nabízených poskytovateli: Microsoft Azure³⁰ a České radiokomunikace³¹.

V této tabulce je kalkulováno využití virtuálních strojů na 160 hodin měsíčně. Pro přesnější odhad by bylo třeba započítat všechny hodiny výuky ICT, ostatních předmětů využívajících pro podporu výuky počítače a také samotnou přípravu vyučujících.

Tabulka 16: Cenová kalkulace veřejného cloudu (zaokrouhleno na tis. Kč)

Počet počítačů	1	20	63	115	202
HW (Tenký klient)	6 000	110 000	345 000	623 000	1 078 000
VM (cena za měsíc - 160 hod)	310	6 000	19 000	35 000	61 000
Celková pořizovací cena	24 000	482 000	1 511 000	2 730 000	4 722 000
Cena přepočtená na 1 rok	5 000	96 000	302 000	549 000	944 000

Terminálové služby

Tato varianta, popsaná v tabulce 17, je na výpočet celkové ceny nejrozsáhlejší. Základem jsou počítače použité jako tenký klient, které nepotřebují příliš výkonný hardware. Hlavní výpočetní výkon se totiž přenesne na server. Cena se skládá ze základních počítačů a z výkonnějšího serveru s licencí na Windows Server 2016 a dostatečným počtem CAL licencí. Nutný výkon serveru záleží hlavně na dvou hlediscích: počet klientských stanic vyžadujících aktuální připojení k serveru a na systémových nárocích spouštěných aplikací. Aby výkon serveru dostačoval, je při počtu 63 počítačů dodáno dalších 8 GB RAM, při 115 počítačích 8 GB RAM a další procesor a při 202 počítačích je uvažováno navíc 16 GB RAM a další procesor oproti základní variantě. Další nezanedbatelnou položkou je spotřeba elektrické energie. Tuto spotřebu nelze bez reálného měření přesně stanovit. Podle hrubého výpočtu poskytovatele hostingu *coolhosting.net* by se spotřeba serveru mohla pohybovat v rozmezí od 92 do 140 W v závislosti hlavně na počtu CPU a RAM.

³⁰<https://azure.microsoft.com/en-gb/pricing/calculator/?service=virtual-machines>

³¹<https://www.cra.cz/>

Tabulka 17: Cenová kalkulace terminálových služeb (zaokrouhleno na tis. Kč)

Počet počítačů	1	20	63	115	202
HW (Počítač jako tenký klient)	6 000	110 000	345 000	623 000	1 078 000
HW (Server)	62 000	62 000	65 000	77 000	80 000
SW (Windows Server)	24 000	41 000	80 000	126 000	205 000
Cena za el. energii (92-140 W) ²⁷	13 000	13 000	15 000	21 000	23 000
Celková pořizovací cena	105 000	226 000	503 000	840 000	1 375 000
Cena přepočtená na 1 rok ²⁹	21 000	45 000	101 000	168 000	275 000

4.4 Ověření metod distribuce na modelových institucích

Hodnocení podle prvních dvou hledisek (typ distribuovaného prostředí a druh přístupu, náročnost na lidské zdroje), která jsou nezávislá na velikosti modelových institucí, proběhlo již v kapitole 4.3. Přesto se i při nasazení metod distribuce na modelové instituce musí projevit. Tato kapitola se bude převážně zabývat zbylými dvěma hledisky, která jsou na množství koncových stanic závislá. Jedná se o hledisko flexibility a ekonomické náročnosti jednotlivých modelů distribuce aplikovaných na modelové instituce.

Z pohledu finanční náročnosti se jasně ukazuje, že čím větší je modelová instituce, tím větší finanční rozdíly se mezi jednotlivými metodami nacházejí. Tato práce však nezohledňuje počítače, které škola má a které je možné pro konkrétní metodu použít. V případě využitelnosti většího množství stávajících počítačů se celková roční cena může výrazně snížit.

Všechny metody byly zhodnoceny z pohledu typu distribuovaného prostředí již v kapitole 4.3.1 (v tabulce 5). Před hodnocením ze zbylých dvou hledisek je však třeba připomenout, že pokud chceme distribuovat operační systém (resp. operační systém včetně nastavení) lze použít pouze metody lokální virtualizace, klonování disků a veřejného cloudu. Software resp. software s nastavením lze distribuovat pomocí terminálových služeb. Pokud zvolíme metodu vzdálené instalace softwaru, můžeme distribuovat pouze samotný software.

Z hlediska flexibility, kde byly jednotlivé metody hodnoceny podle rychlosti distribuce,

se jeví jednoznačně nejvýhodnější metoda veřejného cloudu shodně pro všechny typy modelových institucí.

4.4.1 Modelová instituce A

Pro modelovou instituci A se jeví jako finančně nejvýhodnější modely terminálových služeb, klonování disků a vzdálené instalace softwaru. Tyto metody vychází přibližně stejně, tzn. ročně do 55 000 Kč. Přesto z pohledu typu distribuovaného prostředí vychází nejlépe metoda klonování disků, protože dokáže distribuovat operační systém včetně nastavení a současně je nejlevnější metodou. Metoda terminálových služeb, která je velmi rychlá, dokáže distribuovat pouze software včetně nastavení, metoda vzdálené instalace softwaru distribuuje jenom software. O něco dražší je metoda lokální virtualizace - 70 000 Kč ročně a nejdražší je metoda veřejného cloudu. Obě metody dokáží distribuovat operační systém včetně nastavení. Tento typ instituce má velkou výhodu v tom, že mezi čtyřmi metodami si z ekonomického hlediska může lehce vybírat. Pouze metoda veřejného cloudu se jeví jako výrazně dražší. U všech metod je rychlost distribuce na přijatelné úrovni.

4.4.2 Modelová instituce B

U této modelové instituce jsou finanční rozdíly mezi jednotlivými metodami výrazně vyšší. Mezi nejlevnější metodou terminálových služeb a nejdražší metodou veřejného cloudu je rozdíl 201 000 Kč za rok. Za tuto částku by se již téměř dala pořídit například metoda lokální virtualizace. Za rozumnou cenu by se dala aplikovat metoda klonování a vzdálené instalace softwaru (do 150 000 Kč ročně). Pokud pomineme metodu veřejného cloudu, která se jeví jako jednoznačně nejrychlejší, ale současně nejdražší, vychází metoda lokální virtualizace jako výhodná z pohledu možnosti distribuce operačního systému včetně nastavení a zároveň rychlosti distribuce. Pokud škola plánuje distribuovat pouze software včetně nastavení, pak je metoda terminálových služeb nejlepším řešením z hlediska hodnocení cena - výkon.

4.4.3 Modelová instituce C

Ačkoliv by se dalo očekávat, že při větším počtu nakupovaného hardwaru, se projeví množstevní sleva, v tomto oboru tomu tak není. Vzhledem k velké konkurenci se zde slevy téměř neposkytují. Proto větší instituce musí volit metodu distribuce velmi obezřetně. Zatímco v instituci typu A se roční ceny nedostanou nad 100 000 Kč, v této instituci jsou nejlevnější terminálové služby za 168 000 Kč ročně a služby veřejného cloudu se ročně dostanou nad 500 000 Kč. I v instituci velikosti C hodně záleží na požadovaném typu distribuovaného prostředí. Terminálové služby jsou nejlevnější a zároveň nejrychlejší. Pokud škole stačí distribuovat pouze software, může stačit poměrně rychlá metoda vzdálené instalace softwaru. Za stejnou cenu by však mohla mít metodu klonování disků, která je hodně časově náročná, ale dokáže distribuovat operační systém včetně nastavení.

4.4.4 Modelová instituce D

Pořadí jednotlivých metod distribuce pracovních prostředí se v ceně přepočtené na jeden rok nemění. Absolutní částka však výrazně narůstá. Za nejlevnější terminálové služby tento typ instituce zaplatí více jak čtvrt milionu korun za rok, za nejdražší, ale i nejrychlejší veřejný cloud, je nutno vydávat téměř jeden milion korun každý rok. Pokud škola z nějakého důvodu bude potřebovat distribuovat operační systém včetně nastavení, může zvolit o něco levnější metodu lokální virtualizace, kde je distribuce náročná pouze na kapacitu počítačové sítě. Ještě levnější by byla metoda klonování disků. Je to však metoda časově náročná a nehodí se pro časté použití.

5 Realizace a vyhodnocení případové studie

Případová studie implementace modelů distribuce pracovních prostředí na jednotlivé pracovní stanice byla realizována na střední škole v měsíci červnu 2017. Tato pražská škola jako jediná odpověděla kladně na žádost o možnost realizace případové studie. Následně byly domluveny termíny pro návštěvy ve škole.

Případová studie je rozčleněna na několik částí:

- popis školy a její zařazení do jedné z modelových institucí (prvotní informace byly získané z webových stránek školy a dále byly ověřeny při první návštěvě školy);
- popis využívaného vybavení učeben ICT (bylo zjištěno při návštěvě školy);
- popis aktuálně využívané metody distribuce a zjištění jejich výhod a nevýhod (zjištěno pomocí polostrukturovaného rozhovoru se správcem infrastruktury ICT);
- polostrukturovaný rozhovor s učitelem ICT/koordinátorem ICT/správcem infrastruktury ICT za účelem zjištění, zda stávající metoda distribuce pracovních prostředí vyhovuje všem kladeným nárokům;
- nabídka nové metody distribuce pracovních prostředí (argumentace pro změnu);
- výhody a nevýhody vlastního přechodu na novou metodu distribuce;
- zjištění studie.

V první části studie byly získány informace o počtu žáků, odborných učebnách a technickém vybavení školy. Z hlediska technického vybavení byl předmětem zájmu stav a řešení počítačových sítí, vybavení učeben ICT, stav a konfigurace serverového vybavení.

V druhé části studie byly plánovány tři oddělené rozhovory. Bohužel na této střední škole se vzhledem k nadstandardním osobním vztahům role vyučujícího ICT/koor-

dinátora ICT/správce infrastruktury ICT prolínají. Přestože mají všichni tři jasně stanovenou svou roli a náplň práce, využívají přátelských vztahů a vzájemné zastupitelnosti. Přesto, že byly připraveny speciální okruhy otázek pro tři oddělené rozhovory, došlo pouze k jednomu rozhovoru, kterého se účastnili všichni tři zaměstnanci pečující o učebny ICT. Z rozhovoru byl pořízen audio záznam pro pozdější zpracování.

V tomto trojjediném rozhovoru byla konzultována tato témata:

- aktuální modely distribuce a jejich flexibilita, výhody a nevýhody;
- požadavky na distribuovaná prostředí, vzdálené přístupy učitelů a žáků, BYOD³²;
- náročnost zvolených metod distribuce na lidské zdroje ev. outsourcing;
- ekonomické hledisko bylo zaměřeno na poslední velké investice do ICT infrastruktury školy;
- další rozvoj v oblasti distribuce pracovních prostředí.

Z hlediska metod, v rámci kvalitativního výzkumu na škole, byla aplikována především metoda rozhovoru. Všechny rozhovory byly pojaty jako částečně strukturované, orientované na předem připravená témata.

5.1 Popis školy

Podle prvotních informací, získaných z webových stránek, se jedná o střední průmyslovou školu, která poskytuje střední vzdělání zakončené maturitní zkouškou. Na začátku školního roku 2015/16 se účastnilo výuky 244 žáků. Škola je dislokována ve dvou budovách, obě budovy má ve vlastní správě. V první budově jsou tři učebny ICT, ve druhé jedna jazyková učebna. V obou budovách jsou rozvedeny počítačové sítě, které jsou vzájemně propojeny. S ohledem na specializaci školy je i odborná učebna vybavena počítači pro žáky. Celkem se tedy na škole nachází 123 stolních počítačů. Až do roku

³²Bring Your Own Device

2015 se ve škole obměňovala přibližně třetina počítačů ročně. V letech 2015 až 2017 se z důvodu velkých investic do opravy tělocvičny a vybudování speciální jazykové učebny obměna počítačů přerušila.

5.1.1 Vybavení školy

Při první návštěvě školy byly upřesněny základní a získány doplňující informace. Opravena byla informace o počtu stolních počítačů. Škola má celkem 105 počítačů ve třech učebnách ICT, jedné jazykové učebně a jedné speciální učebně.

K dispozici je jeden nerackový server tři roky starý v konfiguraci: 4 jádrový Xeon, 16 GB RAM, 6x 300 GB 15 000 ot. SAS 2,5“ HDD v raidu 5. Na serveru je provozován VMWare. Jsou zde virtualizované tři operační systémy: Debian pro obsluhu emailu a Windows domény pomocí programového balíku Samba, Windows Server 2012 R2 pro aplikaci Bakaláři, pro vzdálenou správu AVG a správy licencí zejména MS Office a AutoCAD, BSD pro obsluhu napojených UPS.

Počítačová síť je realizována pomocí switchů od výrobce Planet převážně v rychlosti 1 Gb/s.

Počítače v učebnách jsou převážně v konfiguraci Intel core i3 3,6 GHz, 8 GB RAM a 250 GB SSD. Zvýšený výkon počítače je potřeba pro modelování v softwaru Autodesk Inventor a AutoCAD. Uživatelské stanice jsou vybaveny operačním systémem MS Windows 7/8/10. V jedné učebně ICT jsou desktopové počítače vybaveny výměnnými šuplíky pro 2,5” disky, a je tedy možné vyměňovat pevné disky v závislosti na aktuální výuce.

Nově zřízená jazyková učebna je vybavena ovládacím systémem SmartClass+ od výrobce ROBOTEL. Jedná se o 20 počítačů rozdělených do pěti skupin umožňujících aplikovat řadu metod moderní výuky jazyků.

Počítačové vybavení kabinetů se skládá z počítačů již vyřazených z učeben ICT.

Škola je vybavena Wi-Fi sítí ve všech jejích částech.

5.1.2 Současný model distribuce

Jako základní distribuční model je v současné době využívána metoda klonování disků pomocí nástroje Clonezilla. Distribuce pomocí tohoto modelu se provádí jedenkrát ročně v srpnu, podle požadavku dodaných vyučujícími do konce června tak, aby bylo možno nový software řádně otestovat. Při klonování disků se problémy s fyzickou záměnou hardwaru týkajících se Windows 7 v případě Windows 8 projevují pouze při změně chipsetu, operační systém Windows 10 si umí s tímto problémem již poradit. Podle vyjádření správce infrastruktury ICT si vyhrazuje pro tuto aplikaci jeden pracovní den na jednu učebnu. Přesný počet hodin správce infrastruktury ICT jen velmi nerad konkretizoval. Jednotlivé učebny se v této škole liší zejména podle možností rychlosti připojení externích SSD disků. Proto se liší i čas použití této metody.

V jedné učebně se využívá metoda lokální virtualizace pro testování ECDL z důvodů přísných nároků na pracovní prostředí. Jako virtualizační software je využit Oracle VirtualBox. Na jednotlivé uživatelské stanice je pomocí skrytých síťových disků distribuována VirtualBox appliance umožňující zachování nastavení virtuálního počítače.

Nevýhodou metody klonování disků je okamžik, kdy je vznesen požadavek na instalaci nového softwaru v průběhu školního roku. Pak je nutné aplikovat nejjednodušší, byť zdlouhavou, metodu jednotlivé ruční instalace pomocí optického nebo USB disku.

5.1.3 Typ distribuovaného prostředí a flexibilita distribuce

Ve škole distribuují převážně operační systém včetně nastavení metodou klonování disků. Jak již bylo zmíněno, jedná se o zdlouhavou metodu používanou jedenkrát ročně. Pružnější metoda lokální virtualizace je používána, ale pouze v jedné učebně hlavně pro testování ECDL. Právě z důvodu zajištění větší flexibility, je dobré uvažovat o jiné metodě distribuce.

Vzdálený přístup na pracovní prostředí v učebnách není nakonfigurován. Všem učitelům je umožněn přístup na sdílené disky a někteří mají přístup na svůj počítač v kabinetu pomocí VPN a protokolu RDP. Žáci žádný vzdálený přístup do školy nemají, zejména z důvodu složitých licenčních podmínek. Naopak je snaha umožnit žákům si stáhnout využívaný software na své vlastní zařízení.

V rámci výuky je žákům umožněno používat vlastní zařízení zejména pro další vyhledávání informací a práci s nimi, ale samotná výuka není uzpůsobena pro použití zařízení žáků.

5.1.4 Náročnost na lidské zdroje

Přestože má škola z důvodu svého zaměření poměrně hodně počítačů, veškerou péči o ně zvládají tři zaměstnanci školy. Podle pracovních smluv se jedná o jednoho koordinátora ICT v kombinaci s učitelem ICT a dva správce infrastruktury ICT, vždy v kombinaci s učitelstvím ICT. Veškerá správa infrastruktury ICT je řešena pomocí vlastních zaměstnanců a není třeba využívat žádných outsourcingových služeb.

5.1.5 Ekonomické hledisko

Jak již bylo zmíněno, pravidelnou obměnu počítačů prodloužilo vybudování speciální jazykové učebny, aktuálně jsou tedy počítače staré průměrně čtyři roky. Další obměna je plánována na příští školní rok, ale zatím nedošlo k jejímu potvrzení zřizovatelem školy.

5.1.6 Prognóza dalšího rozvoje v oblasti distribuce pracovních prostředí

Všichni tři zaměstnanci, se kterými probíhaly rozhovory, byli obeznámeni se všemi metodami popisovanými v této práci. Jak již bylo zmíněno, aktivně využívají dvě z těchto metod, a to klonování disků a lokální virtualizaci. Metodu terminálových aplikací zde

neplánují využít z důvodu nedostatku výpočetního výkonu serveru. Dalším důvodem je relativně velký výkon koncových stanic, takže není potřeba přenášet výpočetní zátěž na server. Cloud computing se pro virtualizaci celých operačních systémů také nevyužívá, ani se jeho využití v budoucnu neplánuje. Částečné využití nachází tato metoda v některých cloudových aplikacích typu Google Suite nebo Google Class.

Aktuálně ve škole probíhá diskuse o využití metody vzdálené instalace softwaru. Přemýšlí o implementaci této metody, která by nahradila programový balík Samba klasickým Windows serverem pro správu domény. V této situaci by bylo možné využívat Group Policy pro vzdálenou instalaci softwaru.

Slabším místem infrastruktury ICT je nedostatečná redundance serverů, starajících se o provoz počítačové sítě. Tuto situaci by bylo možné zlepšit pouze nákupem dalšího serveru, který by v případě výpadku primárního serveru automaticky převzal aktivní roli. Škola však z finančních důvodů o nákupu nového serveru neuvažuje.

5.2 Zjištění studie

Oblast technologií ICT na této škole se jeví na vysoké úrovni. Hardwarové a softwarové vybavení učeben je obměňováno v dostatečně krátkém intervalu. Správa pracovních stanic probíhá na základě dvou metod distribuce pracovních prostředí. První metoda - klonování disků je využívána hlavně pro přípravu studentských koncových stanic na základě požadavků vyučujících před začátkem školního roku. Metoda lokální virtualizace je využívána z důvodu přípravy specifického prostředí pro testování ECDL. Oproti teoretickým předpokladům se ukazuje, že škola může mít potřebu více jak jedné metody distribuce pracovních prostředí.

Dalším překvapujícím zjištěním na této škole je nadstandardní kooperace všech zaměstnanců pečujících o infrastrukturu ICT. Vzhledem k jejich spolupráci se nerozlišují přesně dané role a na základě domluvy jsou rozděleny činnosti, které jsou potřeba udělat. Pro zhodnocení potřeb, které škola má v oblasti technologií ICT, využívají

vhodnou metodu, kdy je pro ně nejdůležitější hledisko, čeho chtějí dosáhnout, teprve pak sestavují rozpočet pro daný úkol.

Velmi pokrokovou se jeví nová jazyková učebna vybavená ovládacím systémem Smart-Class+ umožňujícím různé způsoby kooperace mezi jednotlivými stanicemi. Tento systém poskytuje velmi kvalitní výuku jak na úrovni zvukové (všichni žáci mají sluchátka a mikrofon), tak i v případě možností sdílení obrazovek jednotlivých počítačů.

Zkoumaná škola je velmi progresivní v oblasti distribuce pracovních prostředí. Velmi dobrým nápadem je plánované využití metody vzdálené instalace softwaru po přechodu správy domény Windows na Windows Server. S ohledem na velké množství výkonných počítačů v učebnách ICT se jeví jako nevýhodné využití terminálových služeb. S ohledem na rostoucí množství přenášených dat by škola mohla uvažovat o zvýšení kapacity počítačové sítě nebo alespoň její části na 10 Gb/s.

5.3 Ověření jednoho modelu distribuce na případové studii

K ověření na této případové studii byla zvolena metoda klonování disků. Na zkoumané škole používají již zmíněný open-source software Clonezilla. Přesto, že by počtem žáků odpovídala škola spíše modelové instituci typu C s průměrným počtem 63 stolních počítačů, je zde z důvodu zaměření školy počítačů více. Vzorem je tedy modelová instituce B, s průměrným počtem 115 počítačů. Metodou klonování disků zde distribuují celý operační systém včetně nastavení. Vzorový obraz disku s operačním systémem je připravován před začátkem školního roku, učitelé si musí průběh výuky s velkým předstihem připravit. Metoda byla implementována správcem infrastruktury ICT před několika lety. Podle metodiky dané v této práci by měl být čas pro použití této metody pro jednu učebnu (cca 20 počítačů):

- příprava image 30 min.;
- obsluha 1 h 40 min.;

- práce počítačů 3 h 45 min. hodiny (částečně se překrývá s obsluhou).

Výpočty podle metodiky byly potvrzeny správcem infrastruktury ICT. Dle jeho hrubého odhadu trvá aplikace této metody 5-7 hodin.

K ověření ekonomické stránky zajištění této metody nemohlo dojít vzhledem k tomu, že škola nakoupila stávající hardware a software již před několika lety.

6 Závěry

Cílem této práce bylo zhodnotit vybrané modely distribuce pracovních prostředí pro střední školy v ČR pomocí vlastní hodnotící metodiky. Součástí této metodiky byl pohled na typ zvoleného distribuovaného prostředí a možnosti přístupu k němu. Dalším hlediskem byla náročnost na lidské zdroje. V tomto hledisku se bere v potaz pouze varianta, kdy se o implementaci jednotlivých metod a jejich použití starají pouze vlastní zaměstnanci školy. Nebere v úvahu nákup outsourcingových služeb pro implementaci a použití jednotlivých metod.

Třetím pohledem byla flexibilita metody při distribuci pracovních prostředí. Zde byl zohledněn čas distribuce pracovních prostředí pomocí jednotlivých metod. Byla odhadnuta doba potřebná na přípravu a dále čas potřebný pro práci člověka při distribuci. Dle vlastní navržené metodiky a za předem stanovených podmínek byl vypočten čas nezbytný pro práci stroje při distribuci pracovních prostředí u jednotlivých metod.

Posledním hlediskem byla finanční náročnost jednotlivých modelů distribuce. Bylo uvažováno, že škola musí obměnit všechny koncové počítače a servery. Je samozřejmé, že pokud škola vyhodnotí, že část hardwaru či softwaru již má k dispozici, může být celková částka na pořízení, v závislosti na druhu metody distribuce, mnohem nižší.

Ze zhodnocení z těchto hledisek plyne, že metody distribuce lze rozdělit do dvou skupin. První skupina obsahuje metody, které umí distribuovat celý operační systém (resp. operační systém včetně nastavení). Zde se nachází zároveň nejrychlejší metoda veřejného cloudu. Tento model je však zatížen vysokou cenou v průběhu celé doby provozování. Jinou možností z této skupiny jsou metody klonování disků či lokální virtualizace. Tyto metody jsou cenově přijatelné, avšak velmi pomalé.

V druhé skupině se nacházejí metody, které jsou výrazně levnější a rychlejší. Dokáží však distribuovat pouze software (resp. software včetně nastavení). Jedná se o metody vzdálené instalace softwaru, resp. terminálových služeb.

Pokud je požadováno více typů pracovních prostředí, které se budou opakovaně distribuovat, pak přichází do úvahy možnost vhodné kombinace různých metod. Tato skutečnost se prokázala i v případové studii. Na střední škole byla zvolena kombinace dvou metod distribuce pracovních prostředí a o třetí metodě je uvažováno. První metodou je klonování disků. Tato metoda je finančně méně náročná a dokáže distribuovat operační systém včetně nastavení, ale čas k distribuci pracovního prostředí je dlouhý. Toto řešení je tedy využíváno pouze jedenkrát ročně, a to před začátkem školního roku. Druhá metoda využívaná na zkoumané střední škole je lokální virtualizace. Je to sice řešení o něco dražší, ale jeho výhodou oproti klonování je vyšší rychlost distribuce. Škola uvažuje ještě o metodě vzdálené instalace softwaru, která by se dala využít v případě nutnosti rychlé instalace jediného programu.

Případovou studií byla ověřena metoda klonování disků. Z vlastní metodiky byla využita hlediska: typ distribuovaného pracovního prostředí, náročnost na lidské zdroje a flexibilita. Prokázala se funkčnost aplikace těchto hledisek. Bohužel k ověření ekonomického hlediska nemohlo dojít, protože investice do infrastruktury ICT proběhly na škole před několika lety.

Při rešerši jednotlivých metod distribuce pracovních prostředí bylo zjišťováno fungování těchto metod i na vysokých školách. Vzhledem k tomu, že se bakalářská práce vztahuje na střední školy, jsou tato řešení uvedena v příloze A.2. Přesto je pravděpodobné, že se v těchto řešeních může i střední škola nechat inspirovat.

V obecné rovině usnadňuje využívání různých metod distribuce pracovních prostředí přípravu výuky v jakékoliv škole. Pokud má škola zájem o zkvalitnění výuky, měla by dopředu určit, k čemu bude zvolený model distribuce používat. Je možné, že bude mít více rozdílných vstupních podmínek, a tedy řešením nebude jeden, ale hned několik modelů distribuce pracovních prostředí. Po stanovení cílů, ke kterým bude škola model distribuce využívat, je třeba stanovit, který typ prostředí a druh přístupu bude potřebovat. Z toho lze určit, které metody nebo jejich kombinace by měly být vhodné.

Je třeba zkontrolovat, zda vybrané metody splní všechna očekávání nebo alespoň

většinu, která vyučující i vedení školy mají. Předpokládá se že tím, kdo by měl všechny požadavky shromažďovat a nabídnout pro ně řešení, je koordinátor ICT.

Dalším krokem je zhodnocení předvybraných metod z pohledu požadavků na lidské zdroje. Je nutné posoudit, zda je škola schopna všechny vybrané metody distribuce pracovních prostředí implementovat sama, či zda bude využívat outsourcingové služby. Finanční zhodnocení služeb nakupovaných na zavedení a správu zvolených metod není předmětem této práce. Dalším řešením je možnost využít externí firmu pouze na nasazení metod, a další péči o provoz již provádět vlastními silami.

Ve stejnou chvíli je třeba posoudit flexibilitu jednotlivých metod v návaznosti na četnost jejího využití. Pokud se metoda bude využívat pouze jedenkrát ročně, například před začátkem školního roku, není její časová náročnost problémem. Pokud však učitelé očekávají možnost opakované distribuce několikrát v průběhu školního roku, pravděpodobně ocení rychlost distribuce pracovních prostředí.

Pokud je vedení školy prozíravé, hodnotí finanční stránku až v posledním kroku. Je třeba vycházet z množství a kvality hardwaru a softwaru ve škole již zavedeném. Pokud má škola spíše menší rozpočet, pak je možno ušetřit hodně peněz zavedením takové metody, které bude stávající infrastruktura vyhovovat.

Při vhodné kombinaci modelů distribuce pracovních prostředí a využití stávajícího softwaru a hardwaru školy je možné dosáhnout dobrého poměru optimální kvality distribuce a celkové ceny. Ani při kombinaci jednotlivých metod není třeba cenu sčítat.

Vzhledem k oboru, jakým se tato práce zabývá, je její uplatnění časově omezené. Již v době jejího vzniku se pravděpodobně vyvíjejí nové metody a systémy umožňující distribuovat pracovní prostředí velmi efektivně. Pokud by budoucnost vedla k zvyšování rychlosti přenosu dat například prostřednictvím optických sítí a přesunu dat do cloudových řešení, pak by se tato řešení stala mnohem dostupnějšími. Možná, že většímu uplatnění dojdou i zařízení typu BYOD, která nahradí počítače poskytované školou.

Seznam použitých informačních zdrojů

- CALETKA, Ondřej. *Symantec Ghost, PowerQuest Partition Magic a další utility pro práci s pevným diskem*. Computer Press, Praha, 1. vydání, 2002. ISBN 80-722-6808-2.
- ČERNOCHOVÁ, Miroslava, FUGLÍK, Viktor, HOLÝ, Radek, PROCHÁZKA, Josef, RAMBOUSEK, Vladimír, ŠTÍPEK, Jiří, VAŇKOVÁ, Petra. *Rozvoj informačně technologických kompetencí na základních školách*. České vysoké učení technické, V Praze, 1. vydání, 2013. ISBN 978-80-010-5407-9. Zpracoval kolektiv řešitelů pod vedením Vladimíra Rambouska.
- ČSÚ. *Využívání informačních technologií studenty*, 2013 [online]. [cit.: 2017-05-04]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/czso/vyuzivani_informacnich_technologii_studenty.
- ČSÚ. *Informační technologie ve školách*, 2016 [online]. [cit.: 2017-05-02]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/czso/informacni_technologie_ve_skolach.
- DVOŘÁK, Jaroslav. *S programy pro klonování disku přeinstalujete Windows do pár minut*, 2013 [online]. [cit.: 2017-05-25]. Dostupné z: http://technet.idnes.cz/preinstalovani-windows-0wz-/software.aspx?c=A130404_214708_software_dvr.
- GEMIUSRANKING. *Operating systems*, 2017 [online]. [cit.: 2017-05-13]. Dostupné z: <http://rankings.cz/en/rankings/operating-systems.html>.
- KUDLÁČEK, Marek. *Systém pro správu a monitoring PC*, 2017 [online]. [cit.: 2017-06-11]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=147637. Vedoucí práce Ing. Pavel Mašek.
- LOLEK, Stanislav. *Zabezpečená správa síťových klientů*, 2016 [online]. [cit.: 2017-05-12]. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/11012/61526>. Vedoucí práce Jakub Frolka.

- MATUŠKA, Petr. *Norton Ghost 14*, 2008 [online]. [cit.: 2017-05-25]. Dostupné z: <http://pcworld.cz/software/norton-ghost-14-4031>.
- Metodický portál RVP. *ICT koordinátor*, 2010 [online]. [cit.: 2017-06-07]. Dostupné z: <http://clanky.rvp.cz/clanek/c/Z/8013/ict-metodik-ict-koordinador.html>.
- Microsoft. *System Requirements*, 2016 [online]. [cit.: 2017-06-07]. Dostupné z: <https://docs.microsoft.com/en-us/windows-server/get-started/System-Requirements>.
- MPSV. *MPSV Katalog prací*, 2010 [online]. [cit.: 2017-06-07]. Dostupné z: http://www.mpsv.cz/files/clanky/8980/Katalog_praci_UZ_1_10_2010.pdf.
- MŠMT Odbor školské statistiky, analýz a informační strategie. *Šárka Palyzová*. E-mailová komunikace, 2017 [online]. Dostupné z: <http://www.msmt.cz/ministerstvo/skupina-legislativy-a-strategie>. email - Sarka.Palyzova@msmt.cz.
- NIST. *The NIST Definition of Cloud Computing*, 2011 [online]. [cit.: 2017-05-04]. Dostupné z: <http://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication800-145.pdf>.
- RUSSEL, Charlie, CRAWFORD, Sharon, GEREND, Jason. *Microsoft Windows Server 2003*. CP Books, Brno, 1. vydání, 2005. ISBN 80-251-0579-2.
- ŠIKA, Michal. *Virtuální počítač*. Computer Press, Brno, 1. vydání, 2011. ISBN 978-802-5133-347.
- STANEK, William R. *Group Policy*. Computer Press, Brno, 1. vydání, 2010. ISBN 978-80-251-2920-3.
- VELTE, Anthony T., VELTE, Toby J., ELSENPETER, Robert C. *Cloud Computing*. Computer Press, Brno, 1. vydání, 2011. ISBN 978-802-5133-330.

Seznam tabulek

1	Výsledky shlukové analýzy pro $k = 3$	25
2	Výsledky shlukové analýzy pro $k = 4$	25
3	Výsledky shlukové analýzy pro $k = 5$	25
4	Modelové instituce	26
5	Typ distribuovaného pracovního prostředí a druh přístupu	28
6	Nároky na lidské zdroje	30
7	Časová náročnost distribuce pomocí lokální virtualizace (v min.)	31
8	Časová náročnost distribuce pomocí vzdálené instalace softwaru (v min.)	32
9	Časová náročnost distribuce pomocí klonování disků (v min.)	33
10	Časová náročnost distribuce pomocí veřejného cloudu (v min.)	33
11	Časová náročnost distribuce pomocí terminálových služeb (v min.) . .	34
12	Uvažovaná množstevní sleva	35
13	Cenová kalkulace lokální virtualizace (zaokrouhleno na tis. Kč)	37
14	Cenová kalkulace vzdálené instalace softwaru (zaokrouhleno na tis. Kč)	38
15	Cenová kalkulace klonování disků (zaokrouhleno na tis. Kč)	38
16	Cenová kalkulace veřejného cloudu (zaokrouhleno na tis. Kč)	39
17	Cenová kalkulace terminálových služeb (zaokrouhleno na tis. Kč) . . .	40

18	Historie iterací shlukové metody pro 4 shluky	iii
----	---	-----

A Přílohy

A.1 Historie iterací shlukové analýzy pro $k = 4$

Tabulka 18: Historie iterací shlukové metody pro 4 shluky

iterace	Shluk			
	1	2	3	4
1	.000	.000	568.177	290.920
2	.000	172.000	156.523	23.782
3	.000	178.091	103.937	26.726
4	.000	119.091	73.475	22.607
5	191.000	106.790	48.019	17.264
6	100.000	71.682	31.827	10.746
7	90.000	45.797	19.714	6.523
8	62.200	37.973	14.509	4.213
9	53.967	34.994	15.089	4.326
10	43.833	24.115	16.154	6.729
11	111.455	34.254	14.413	5.726
12	52.688	28.640	14.106	5.581
13	54.524	35.455	13.167	2.958
14	23.683	27.043	17.020	5.248
15	30.824	23.743	17.008	6.142
16	34.530	16.532	14.015	7.835
17	30.135	12.116	8.590	4.735
18	19.926	7.890	6.682	4.634
19	28.389	12.556	6.170	3.107
20	19.544	12.510	5.848	1.994
21	9.525	10.663	8.282	4.059
22	4.539	9.616	6.697	2.271
23	4.707	8.011	6.732	2.962
24	9.001	7.568	5.677	2.535
25	12.569	8.991	5.378	1.611
26	8.110	6.435	4.552	1.590
27	3.870	3.813	3.205	1.354
28	3.875	2.479	1.514	.450
29	7.521	2.787	1.448	.672
30	.000	.000	.428	.449
31	.000	.000	.642	.674
32	.000	.000	.000	.000

A.2 Příklady řešení distribuce pracovních prostředí na vysokých školách

A.2.1 Využití metod distribuce na KITTV Pedagogické fakulty UK

Na KITTV pedagogické fakulty UK je využívána metoda klonování disků specifickým způsobem. Všechny koncové počítače v učebnách mají pevný disk naformátovaný na tři oddíly. První pro MS Windows, druhý pro Linux a poslední jako úložný prostor pro obrazy disků.

Prostřednictvím softwaru Symantec Ghost je vytvořen vzorový obraz disku. S použitím programu mTorrent je vytvořen malý soubor s příponou torrent, který je pomocí cloudové služby DropBox rozeslán na všechny počítače v učebnách. Prostřednictvím protokolu torrent dochází k datovému přenosu mezi všemi počítači, které si data stahují. Oproti obvyklé distribuci dat pouze ze serveru je toto řešení mnohem rychlejší. K nakopírování vzorového obrazu na oddíl s operačním systémem dojde až po manuálním zadání u každého počítače.

Vzhledem k tomu, že je ve všech učebnách zaveden operační systém MS Windows 7, který neumí akceptovat obraz disku vytvořený na jiném hardwaru, je nezbytné provést korekci prostřednictvím disku pro opravu systému.

Výhodou tohoto řešení je stálá přítomnost vytvořeného obrazu na každém počítači v úložném oddíle pro obrazy disků. Pokud dojde k poškození operačního systému počítače proběhne rychlá obnova z uloženého obrazu.

A.2.2 Využití metod distribuce na Fakultě informačních technologií ČVUT

Celá infrastruktura ICT se skládá ze sítě s dedikovaným switchem o rychlosti 1 Gb/s, koncových stanic a serveru s uloženými obrazy disků a službou DHCP. Při spuštění pracují koncové počítače v režimu „bezdiskové stanice“ a ze serveru je zaveden základní

operační systém Linux s možností výběru různých obrazů disků uložených na serveru. Po výběru obrazu disku existují dvě možnosti načtení tohoto obrazu. V případě první varianty je využito druhého disku jako cache na koncové stanici, kde může být vybraná varianta uložena. Pokud tomu tak není, lze vybranou variantu prostřednictvím metody IP multicastu načíst na všechny koncové počítače současně.

Obrazy disku tvoří na jednom z počítačů pod svým účtem vyučující, který současně rozhoduje o hromadné distribuci na všechny stanice v učebně. Tento obraz je uložen na serveru a zašifrován tak, aby nemohlo dojít k jeho zneužití.

Díky tomuto řešení je možné velmi rychle nakopírovat jakýkoliv obraz disku, který je uložen na serveru, na všechny koncové stanice v učebně. Výhodou tohoto řešení je možnost jednoduchým způsobem programovat ovladače pro fyzický hardware. Nevýhodou je nutnost složité a časově náročné přípravy celého modelu distribuce. Jeho využití by tedy bylo přínosné pouze na střední škole úzce se specializující na studijní obory spjaté s výpočetní technikou.